



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92423** (13) **U**  
 (51) МПК  
**F26B 3/02** (2006.01)  
**F26B 17/12** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
 ВЛАСНОСТІ  
 УКРАЇНИ

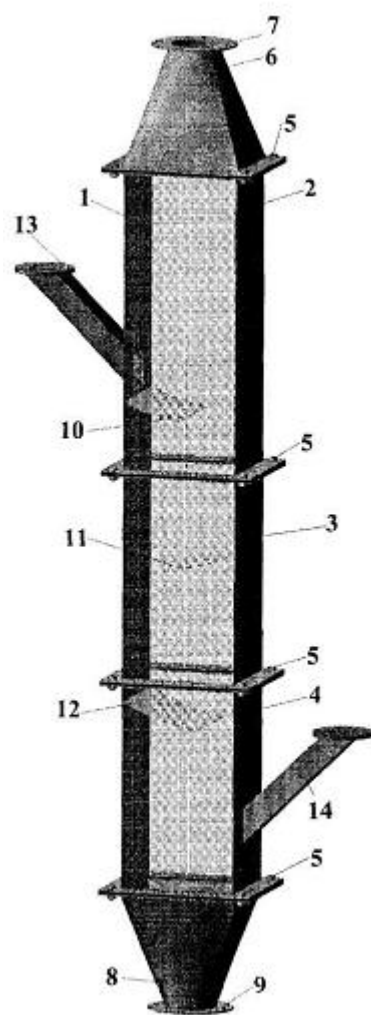
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2014 03403</b>	(72) Винахідник(и):
(22) Дата подання заявки: <b>03.04.2014</b>	<b>Артюхов Артем Євгенович (UA),</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.08.2014</b>	<b>Артюхова Надія Олександрівна (UA),</b> <b>Шандиба Олександр Борисович (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.08.2014, Бюл.№ 15</b>	(73) Власник(и): <b>СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СУШІННЯ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ****(57) Реферат:**

Пристрій для сушіння дисперсних матеріалів містить вертикальний корпус з розташованими по висоті перфорованими похилими контактними полицями, установленими з зазором між стінкою корпусу та їх вільним кінцем, патрубки для введення та відведення матеріалу і сушильного агента. Похилі перфоровані контактні полиці виконані збірними із щонайменше трьох окремих частин із змінним кутом  $\alpha$  нахилу до горизонту, який зменшується по довжині  $L$  контактної полиці від місця введення дисперсного матеріалу на контактну полицю до місця його відведення з неї, при цьому кут  $\alpha$  нахилу до горизонту змінюється в кожній третині довжини  $L$  контактної полиці відносно кута  $\alpha_0$  природного відкосу матеріалу.

**U**  
**92423**  
**UA**



Фиг. 1

Корисна модель належить до пристроїв для сушіння дисперсних матеріалів та може бути застосована в хімічній, харчовій, гірничодобувній та сільськогосподарській галузях промисловості.

Відомий пристрій для сушіння дисперсних матеріалів, що містить камеру зваженого шару, горизонтальну газорозподільну решітку, підвідний та відвідний повітропроводи [вторське свідоцтво СРСР № 1278553, F26B 3/08, 23.12.86, бюл. № 47]

Недоліками цього пристрою є нерівномірність часу контакту дисперсного матеріалу в камері зваженого шару з сушильним агентом, а також нерівномірний прогрів дисперсного матеріалу внаслідок його високого шару у пристрої; в пристрої також є неможливим довготривалий контакт між дисперсним матеріалом та сушильним агентом внаслідок скороченої відстані переміщення дисперсного матеріалу від завантажувального до розвантажувального патрубків, максимум якої відповідає найбільшому горизонтальному розміру пристрою - його діаметра. За цей час дисперсний матеріал, який має різну температуру за висотою зваженого шару, не встигає достатньою мірою висушитись внаслідок зменшення температури верхніх шарів та короткого часу перебування в камері зваженого шару. Крім того, відбувається проскакування дисперсного матеріалу по горизонтальній газорозподільній решітці внаслідок локальної зміни опору зваженого шару, який викликано його різною висотою в окремих частинах пристрою. Таким чином, процес рівномірного і довготривалого сушіння дисперсних матеріалів стає неможливим. З іншого боку, крім можливого короточасного перебування дисперсного матеріалу в камері зваженого шару (і, як наслідок, його недогрівання і видалення недостатньої кількості вологи), його окремі частинки можуть затримуватись в зваженому шарі на час, більший за необхідний для сушіння, що призводить до руйнування його ядра та зниження міцності.

За прототип вибраний пристрій для сушіння дисперсних матеріалів, який містить патрубок для завантаження матеріалу, корпус попереднього підсушування з похилими перфорованими контактними полицями, установленими з зазором між кінцем похилої перфорованої контактної полиці і стінкою пристрою, патрубок для видалення відпрацьованого теплового агента та пальник [атент України на винахід № 82104, F26B 3/02, F26B 17/12, 11.03.2008]

Недоліками цього пристрою є особливості конструкції похилої перфорованої контактної полиці, а саме полотна, виконаного із цільного перфорованого листа, який не забезпечує рівномірний контакт дисперсного матеріалу з сушильним агентом, а також рівномірний прогрів дисперсного матеріалу по всій своїй довжині. Причиною цього є неможливість регулювання кута скочування матеріалу по довжині похилої перфорованої контактної полиці (кута встановлення похилої перфорованої контактної полиці до горизонту). Наслідком цього є нестабільність зваженого шару по довжині похилої перфорованої контактної полиці.

Дисперсний матеріал, який надходить на похилу перфоровану контактну полицю внаслідок наданого йому прискорення при завантаженні або переході на іншу похилу перфоровану контактну полицю рухається під дією сили інерції та сили скочування по похилій поверхні. У разі відсутності дії висхідного потоку сушильного агента матеріал рухається в режимі гравітаційного падаючого шару з мінімальним часом перебування на похилій контактній полиці. Формування зваженого шару по довжині похилої перфорованої контактної полиці відбувається під дією сили висхідного потоку сушильного агента.

При переміщенні дисперсного матеріалу по похилій перфорованій контактній полиці сили інерції і скочування по похилій поверхні частково компенсуються силою висхідного потоку сушильного агента, що є причиною зменшення швидкості дисперсного матеріалу та зміни траєкторії його руху з поступальної до поступально-пульсаційної у напрямку вертикальної осі пристрою з переміщенням до кінця полиці.

Виконання конструкції похилої перфорованої контактної полиці з суцільного перфорованого листа без можливості регулювання кута скочування матеріалу по її довжині не забезпечує повною мірою гальмування дисперсного матеріалу на похилій перфорованій контактній полиці і зміну траєкторії його руху; починаючи з другої третини похилої перфорованої контактної полиці за рахунок збільшення довжини руху сушильного агента відбувається зниження швидкості його руху. В такому разі при постійному куті встановлення похилої перфорованої контактної полиці до горизонту не може бути забезпечена достатня компенсація сили інерції.

Це призводить до того, що дисперсний матеріал не втрачає своєї інерції і продовжує рухатись вздовж похилої перфорованої контактної полиці до її кінця з постійною швидкістю і проскакує на наступну похилу перфоровану контактну полицю без дотримання необхідного часу контактування з сушильним агентом.

При проскакуванні дисперсного матеріалу на полиці час його контакту з сушильним агентом зменшується.

Порушення гідродинаміки руху газового потоку і потоку дисперсного матеріалу приводить до зменшення інтенсивності процесу сушіння. Водночас, швидке просипання дисперсного матеріалу з нижніх похилих перфорованих контактних полиць значно зменшує ефективність контакту потоків.

Недотримання необхідного часу контакту дисперсного матеріалу на цій ділянці полиці стає причиною недостатнього його зневоднення і переходу на наступний ступінь пристрою зі значенням вологості, яка є вищою за встановлену вимогами. Порушення конфігурації зваженого шару відбувається також за рахунок вихроутворення при огинанні сушильним агентом кінця похилої перфорованої контактної полиці в зазорі між кінцем похилої перфорованої контактної полиці і стінкою пристрою, причому інтенсивність вихроутворення збільшується зі збільшенням кута встановлення похилої перфорованої контактної полиці до горизонту.

Таким чином, в пристрої не забезпечується довготривалий контакт сушильного агента з дисперсним матеріалом, порушується рівномірність контакту сушильного агента з дисперсним матеріалом, що негативно впливає на якість готового продукту.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення пристрою для сушіння дисперсних матеріалів шляхом зміни конструкції контактних полиць, що забезпечує збільшення рівномірності контакту сушильного агента з потоком дисперсного матеріалу та створення покращеної гідродинаміки руху потоків з метою збільшення часу контакту дисперсного матеріалу з сушильним агентом.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для сушіння дисперсних матеріалів, що містить вертикальний корпус з розташованими по висоті перфорованими похилими контактними полицями, установленими з зазором між стінкою корпусу та їх вільним кінцем, патрубку для введення та відведення матеріалу і сушильного агента, згідно корисної моделі, похилі перфоровані контактні полиці виконані збірними із щонайменше трьох окремих частин із змінним кутом а нахилу до горизонту, який зменшується по довжині L контактної полиці від місця введення дисперсного матеріалу на контактну полицю до місця його відведення з неї, при цьому кут а нахилу до горизонту змінюється в кожній третині довжини L контактної полиці відносно кута  $\alpha_0$  природного відкосу матеріалу.

Крім того, кут  $\alpha$  нахилу до горизонту першої частини похилої перфорованої контактної полиці в першій третині її довжини (до  $1/3 L$ ) на  $15^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$  природного відкосу матеріалу, другої частини в другій третині довжини (до  $2/3 L$ ) на  $10^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$ , третьої частини в останній третині довжини (від  $2/3 L$ ) на  $6^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$ .

Виконання похилої перфорованої контактної полиці збірною з окремих частин зі змінним кутом нахилу до горизонту дозволяє створити на ній таку гідродинамічну ситуацію, при якій відбувається вирівнювання епюри швидкості руху сушильного агента по довжині похилої перфорованої контактної полиці, його дія по всій довжині залишається постійною. Це обумовлює процес компенсації дії на дисперсний матеріал сил інерції та скочування по похилій поверхні, гальмування дисперсного матеріалу на похилій перфорованій контактній полиці, його рівномірний рух у зваженому шарі і довготривалий контакт з сушильним агентом.

Зважаючи на постійність витрати сушильного агента в кожному з перерізів пристрою, наявність в ньому зазору між кінцем похилої перфорованої контактної полиці і стінкою, а також різним вільним перерізом проходу сушильного агента в окремих частинах пристрою зі встановленими похилими перфорованими контактними полицями, збірними з окремих частин зі змінним кутом нахилу частин до горизонту, буде зменшувати перепад швидкості руху сушильного агента по довжині похилої перфорованої контактної полиці і в зазорі між кінцем похилої перфорованої контактної полиці і стінкою. Це сприяє підвищенню рівномірності контакту сушильного агента з дисперсним матеріалом.

Зазначена конструкція похилих перфорованих контактних полиць сприяє зменшенню інтенсивності процесу вихроутворення внаслідок компенсації сил, які утворюють вихор при огинанні кінця похилої контактної полиці, збільшенням сили дії висхідного потоку сушильного агента.

Встановлення в об'ємі пристрою похилих перфорованих контактних полиць при дотриманні визначеної конструкції сприяє підвищенню ефективності сушіння в період видалення вологості з поверхневого шару дисперсного матеріалу та з глибини матеріалу після його прогрівання.

Кут  $\alpha$  нахилу частин похилої перфорованої контактної полиці до горизонту впливає на величину сил інерції та скочування по похилій поверхні дисперсного матеріалу. Регулюванням його величини можна досягти різного часу перебування дисперсного матеріалу в межах похилої перфорованої контактної полиці.

Якщо кут нахилу до горизонту першої, другої та третьої частин похилої перфорованої контактної полиці буде перевищувати величину кута природного відкосу матеріалу більше, ніж на  $15^\circ$ ,  $10^\circ$  та  $6^\circ$  відповідно, то компенсація сил інерції та скочування по похилій поверхні дисперсного матеріалу силою дії висхідного потоку сушильного агента буде лише частковою та недостатньою для зміни траєкторії руху дисперсного матеріалу з поступальної на поступально-пульсаційну, затримки його на похилій перфорованій контактній полиці на мінімально необхідний час. Це може стати причиною руху дисперсного матеріалу по всій довжині похилої контактної полиці без його переходу в зважений шар лише в режимі гравітаційного падаючого шару, що різко зменшує час його сушіння.

Якщо кут нахилу до горизонту першої, другої та третьої частин похилої перфорованої контактної полиці буде перевищувати величину кута природного відкосу матеріалу менше, ніж на  $15^\circ$ ,  $10^\circ$  та  $6^\circ$  відповідно, то сила дії висхідного потоку сушильного агента буде значно перебільшувати сили інерції та скочування по похилій поверхні, що призводить до затримки дисперсного матеріалу на поверхні похилої перфорованої контактної полиці. В такому випадку час контакту дисперсного матеріалу з потоком сушильного агента буде значно перевищувати мінімально необхідний, що стає причиною перегріву матеріалу, його стирання та руйнування його структури. Збільшення дії сили руху висхідного потоку сушильного агента також призводить до переходу зваженого шару в режим винесення дисперсного матеріалу з поверхні похилої перфорованої контактної полиці. Крім того, спостерігається інтенсивне вихроутворення в зазорі у горизонтальній площині між стінкою пристрою та вільним кінцем похилої перфорованої контактної полиці.

При дотриманні зазначеної конструкції похилих перфорованих контактних полиць забезпечується рівномірний контакт дисперсного матеріалу з потоком сушильного агента в режимі зваженого шару без винесення його товарної фракції за межі похилої перфорованої контактної полиці.

Використання усіх суттєвих ознак пристрою дозволить підвищити інтенсивність та рівномірність термічної обробки дисперсного матеріалу в пристрої та створити умови для одержання якісного продукту з високим ступенем зневоднення без руйнування його структури за рахунок підвищення рівномірності контакту сушильного агента з потоком дисперсного матеріалу та створення покращеної гідродинаміки руху потоків з метою збільшення часу контакту дисперсного матеріалу з сушильним агентом.

Суть корисної моделі пояснюється фіг. 1, де показана схема пристрою для сушіння дисперсного матеріалу; фіг. 2 - похила перфорована контактна полиця, збірна з окремих частин зі змінним кутом нахилу їх до горизонту.

Пристрій складається з корпусу 1 прямокутної форми, що містить окремі царги 2, 3, 4 - верхню, середню і нижню відповідно, які з'єднані між собою за допомогою кріпильних елементів 5. До верхньої царги 2 за допомогою кріпильних елементів 5 приєднана конічна царга 6, яка обладнана патрубком 7 відводу сушильного агента. До нижньої царги 4 за допомогою кріпильних елементів 5 приєднана конічна царга 8, яка обладнана патрубком 9 відводу висушеного матеріалу. В середині корпусу 1 нерухомо закріплені щонайменше три похилі перфоровані контактні полиці 10, 11, 12, верхня, середня і нижня відповідно, з круглими отворами 15 та розташовані з зазором у горизонтальній площині між стінкою корпусу та їх вільним кінцем. Похилі перфоровані контактні полиці 10, 11, 12 виконані збірними з окремих частин із змінним кутом нахилу до горизонту  $\alpha$ , який зменшується по її довжині L від місця введення дисперсного матеріалу на похилу перфоровану контактну полицю до місця його відведення з неї.

Кут нахилу до горизонту  $\alpha$  секцій першої частини похилої перфорованої контактної полиці в першій третині її довжини (до  $1/3 L$ ) на  $15^\circ$  перевищує величину кута природного відкосу матеріалу  $\alpha_0$ , другої частини в другій третині довжини (до  $2/3 L$ ) на  $10^\circ$  перевищує величину кута природного відкосу матеріалу  $\alpha_0$ , третьої частини в останній третині довжини (від  $2/3 L$ ) на  $6^\circ$  перевищує величину кута природного відкосу матеріалу  $\alpha_0$ .

Пристрій також облаштований прямокутним патрубком 13 для введення матеріалу, який буде висушуватись, і прямокутним патрубком 14 для введення сушильного агента.

Пристрій для сушіння дисперсного матеріалу працює наступним чином.

В нижню царгу 4 через прямокутний патрубок 14 до корпусу 1 пристрою підводиться сушильний агент, який спочатку рівномірно розподіляється по перерізу корпусу 1, а потім піднімається вгору.

У міру руху сушильного агента вгору по корпусу 1 він послідовно проходить по перерізам нижньої царги 4, середньої царги 3 і верхньої царги 2, конічної царги 6 і відводиться з пристрою через патрубок 7.

Одночасно з введенням сушильного агента до корпусу 1 пристрою через прямокутний патрубок 13 у верхній царзі 2 на верхню похилу перфоровану контактну полицю 10 вводиться дисперсний матеріал, який необхідно піддати сушінню.

5 Дисперсний матеріал, рухаючись по поверхні похилої перфорованої контактної полиці 10, в результаті протитечійної взаємодії контактує з потоком сушильного агента, який піднімається вгору по корпусу 1, внаслідок чого відбувається прогрівання і сушіння дисперсного матеріалу.

10 При цьому на першій третині похилої перфорованої контактної полиці 10 відбувається рух дисперсного матеріалу під дією сил інерції та скочування по похилій поверхні, які починають частково компенсуватись силою дії висхідного потоку сушильного агента. В другій і останній третині похилої контактної перфорованої полиці 10 за рахунок зменшення кута нахилу секцій до горизонту відбувається збільшення швидкості руху сушильного агента; траєкторія руху дисперсного матеріалу за рахунок збільшення впливу сили дії висхідного потоку сушильного агента змінюється з поступальної до поступально-пульсацийної у напрямку вертикальної осі корпусу 1 з переміщенням до кінця перфорованої похилої контактної полиці 10. Внаслідок зміни 15 траєкторії відбувається збільшення часу перебування дисперсного матеріалу на поверхні похилої перфорованої контактної полиці до значення мінімально необхідного.

Дисперсний матеріал під час сушіння потоком сушильного агента поступово рухається по верхній похилій перфорованій контактній полиці 10, відводиться через вільний її кінець та надходить до середньої похилої перфорованої контактної полиці 11 у середній царзі 3.

20 На середній похилій перфорованій контактній полиці 11 процес сушіння матеріалу відбувається в аналогічних з верхню похилою перфорованою контактною полицю 10 гідродинамічних умовах. Дисперсний матеріал під час сушіння потоком сушильного агента поступово рухається по середній похилій перфорованій контактній полиці 11, відводиться через вільний її кінець та надходить до нижньої похилої перфорованої контактної полиці 12 у нижній царзі 4.

25 На нижній похилій перфорованій контактній полиці 12 процес сушіння матеріалу відбувається в аналогічних з середньою похилою перфорованою контактною полицю 11 гідродинамічних умовах. Дисперсний матеріал під час сушіння потоком сушильного агента поступово рухається по нижній похилій перфорованій контактній полиці 12, відводиться через вільний її кінець та надходить до патрубка 9 відводу висушеного матеріалу, який розташований в конічній царзі 8.

Таким чином, розроблена конструкція пристрою для сушіння дисперсного матеріалу у порівнянні з існуючими дозволяє виявити такі переваги:

35 можливість управління часом перебування дисперсної фази в об'ємі апарата;  
рівномірність контакту сушильного агента і дисперсного матеріалу в режимі зваженого шару;  
уникнення небажаної зміни властивостей дисперсного матеріалу (перегрів, стирання, розтріскування і руйнування);

зменшення вірогідності винесення товарної фракції дисперсного матеріалу з меж похилої перфорованої контактної полиці.

40

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Пристрій для сушіння дисперсних матеріалів, що містить вертикальний корпус з розташованими по висоті перфорованими похилими контактними полицями, установленими з зазором між стінкою корпусу та їх вільним кінцем, патрубки для введення та відведення матеріалу і сушильного агента, який **відрізняється** тим, що похилі перфоровані контактні полиці виконані збірними із щонайменше трьох окремих частин із змінним кутом  $\alpha$  нахилу до горизонту, який зменшується по довжині  $L$  контактної полиці від місця введення дисперсного матеріалу на контактну полицю до місця його відведення з неї, при цьому кут  $\alpha$  нахилу до горизонту змінюється в кожній третині довжини  $L$  контактної полиці відносно кута  $\alpha_0$  природного відкосу матеріалу.

2. Пристрій для сушіння дисперсних матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що кут  $\alpha$  нахилу до горизонту першої частини похилої перфорованої контактної полиці в першій третині її довжини (до  $1/3 L$ ) на  $15^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$  природного відкосу матеріалу, другої частини в другій третині довжини (до  $2/3 L$ ) на  $10^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$ , третьої частини в останній третині довжини (від  $2/3 L$ ) на  $6^\circ$  перевищує величину кута  $\alpha_0$ .

55

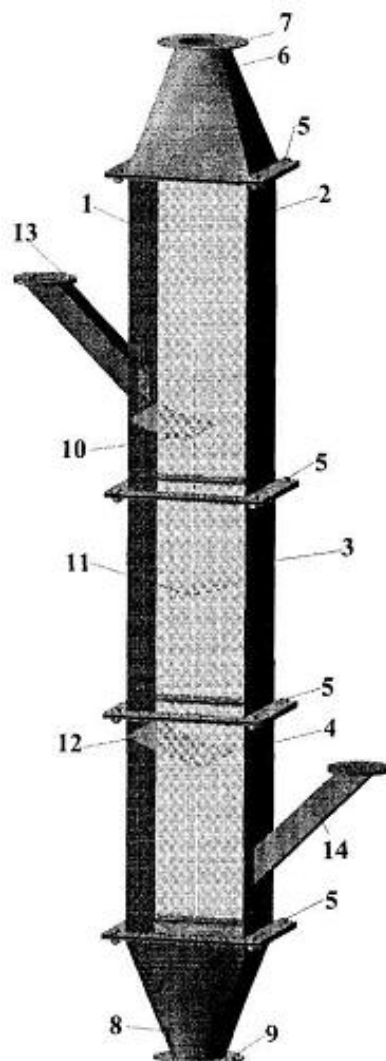


Fig. 1

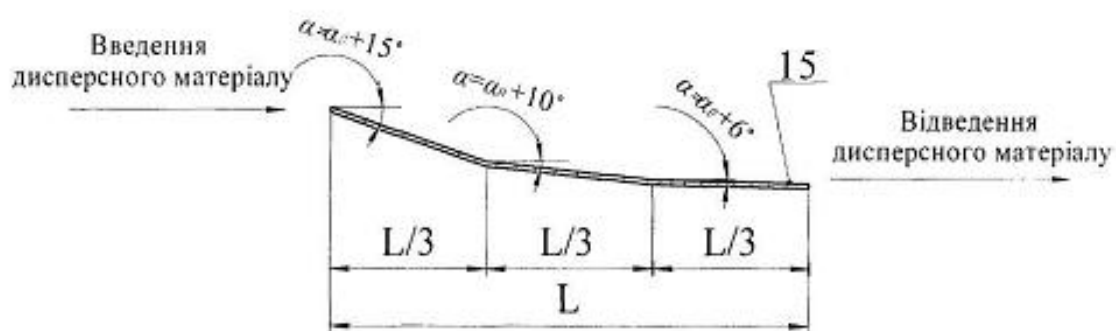


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601